УДК 514.76

Ю.И. Шевченко

(Российский государственный университет им. Иммануила Канта)

ПРИЕМЫ ЛАПТЕВА И ЛУМИСТЕ ЗАДАНИЯ СВЯЗНОСТИ В ГЛАВНОМ РАССЛОЕНИИ

Рассмотрены два способа задания групповой связности в главном расслоении, которые названы приемами Г.Ф. Лаптева и Ю.Г. Лумисте. Показано, что эти приемы эквивалентны.

Пусть $G_r(M_n)$ — главное расслоение, базой которого является n-мерное гладкое многообразие M_n, а типовым слоем — r-членная группа Ли G_r. Структурные уравнения Лаптева [1; 2] расслоения $G_r(M_n)$ имеют вид:

$$D\omega^i = \omega^j \wedge \omega^i_j \quad (i,\ldots=\overline{1,n};\ \alpha,\ldots=\overline{n+1,n+r}), \tag{1}$$

$$D\omega^\alpha = C^\alpha_{\beta\gamma}\omega^\beta \wedge \omega^\gamma + \omega^i \wedge \omega^\alpha_i, \tag{2}$$

где $C^\alpha_{\beta\gamma}$ — структурные константы группы Ли G_r, удовлетворяющие условию антисимметрии $C^\alpha_{(\beta\gamma)}=0$ и тождествам Якоби

$$C^\alpha_{\{\beta|\gamma|}C^\gamma_{\delta\varepsilon\}}=0. \tag{3}$$

Круглые скобки обозначают симметрирование, а фигурные скобки — циклирование.

Зададим в главном расслоении $G_r(M_n)$ групповую связность с помощью преобразованных слоевых форм

$$\tilde{\omega}^\alpha = \omega^\alpha - \Gamma_i^\alpha \omega^i, \tag{4}$$

где Γ_i^α — некоторые функции. Дифференцируем формы (4) с помощью структурных уравнений (1, 2) и выносим базисные формы ω^i:

$$D\tilde{\omega}^\alpha = C_{\beta\gamma}^\alpha \omega^\beta \wedge \omega^\gamma + \omega^i \wedge (d\Gamma_i^\alpha - \Gamma_j^\alpha \omega_i^j + \omega_i^\alpha). \tag{5}$$

Подставим выражения слоевых форм ω^α из равенств (4) в 1-е слагаемое

$$C_{\beta\gamma}^\alpha \omega^\beta \wedge \omega^\gamma = C_{\beta\gamma}^\alpha (\tilde{\omega}^\beta \wedge \tilde{\omega}^\gamma + \Gamma_i^\beta \omega^i \wedge \tilde{\omega}^\gamma + \tilde{\omega}^\beta \wedge \Gamma_j^\gamma \omega^j + \Gamma_i^\beta \omega^i \wedge \Gamma_j^\gamma \omega^j).$$

Во 2-м и 3-м слагаемых вернемся к исходным слоевым формам:

$$C_{\beta\gamma}^\alpha \omega^\beta \wedge \omega^\gamma = C_{\beta\gamma}^\alpha (\tilde{\omega}^\beta \wedge \tilde{\omega}^\gamma + \Gamma_i^\beta \omega^i \wedge \omega^\gamma + \omega^\beta \wedge \Gamma_j^\gamma \omega^j - \Gamma_i^\beta \omega^i \wedge \Gamma_j^\gamma \omega^j).$$

Раскроем скобки, подставим в уравнения (5) и перегруппируем слагаемые:

$$\begin{aligned} D\tilde{\omega}^\alpha &= C_{\beta\gamma}^\alpha \tilde{\omega}^\beta \wedge \tilde{\omega}^\gamma - C_{\beta\gamma}^\alpha \Gamma_i^\beta \Gamma_j^\gamma \omega^i \wedge \omega^j + \\ &+ \omega^i \wedge (d\Gamma_i^\alpha - \Gamma_j^\alpha \omega_i^j + \omega_i^\alpha + \Gamma_i^\beta C_{\beta\gamma}^\alpha \omega^\gamma - \Gamma_i^\gamma C_{\beta\gamma}^\alpha \omega^\beta). \end{aligned} \tag{6}$$

Вводя тензорный дифференциальный оператор Δ

$$\Delta\Gamma_i^\alpha = d\Gamma_i^\alpha - \Gamma_j^\alpha \omega_i^j + \Gamma_i^\beta \omega_\beta^\alpha, \ (7)$$

$$\omega_\beta^\alpha = 2C_{\beta\gamma}^\alpha \omega^\gamma, \ (8)$$

запишем структурные уравнения (6) короче:

$$D\tilde{\omega}^\alpha = C_{\beta\gamma}^\alpha \tilde{\omega}^\beta \wedge \tilde{\omega}^\gamma + \omega^i \wedge (\Delta\Gamma_i^\alpha + \omega_i^\alpha) - C_{\beta\gamma}^\alpha \Gamma_i^\beta \Gamma_j^\gamma \omega^i \wedge \omega^j. \ (9)$$

Согласно теореме Картана - Лаптева [3; 4] формы (4) задают групповую связность, если на базе M_n задано поле объекта связности [4, с. 63, 83; 5]:

$$\Delta\Gamma_i^\alpha + \omega_i^\alpha = \Gamma_{ij}^\alpha \omega^j. \quad (10)$$

Подставляя эти дифференциальные уравнения в структурные уравнения (9), получим

$$D\tilde{\omega}^\alpha = C_{\beta\gamma}^\alpha \tilde{\omega}^\beta \wedge \tilde{\omega}^\gamma + R_{ij}^\alpha \omega^i \wedge \omega^j,$$

причем компоненты объекта кривизны R_{ij}^α групповой связности выражаются следующим образом [4, с. 93; 5]:

$$R_{ij}^\alpha = \Gamma_{[ij]}^\alpha - C_{\beta\gamma}^\alpha \Gamma_i^\beta \Gamma_j^\gamma, \quad (11)$$

где квадратные скобки обозначают альтернирование.

Для нахождения дифференциальных уравнений на компоненты объекта кривизны R_{ij}^α нужно продолжить уравнения (10), в которые с учетом обозначений (7) входят формы $\omega_j^i, \omega_\beta^\alpha, \omega_i^\alpha$.

Дифференцируем структурные уравнения (1) и выносим базисные формы:

$$(D\omega_j^i - \omega_j^k \wedge \omega_k^i) \wedge \omega^j = 0.$$

Разрешим кубичные уравнения по лемме Лаптева [1; 6]:

$$D\omega_j^i = \omega_j^k \wedge \omega_k^i + \omega^k \wedge \omega_{jk}^i, \quad (12)$$

причем новые формы ω_{jk}^i удовлетворяют условиям

$\omega_{jk}^i \wedge \omega^j \wedge \omega^k = 0.$ Для их выполнения достаточно симметрии трехиндексных форм по нижним индексам

$$\omega_{[jk]}^i = 0. \quad (13)$$

Дифференцируем формы (8) с помощью структурных уравнений (2):

$$D\omega_\beta^\alpha = 2C_{\beta\gamma}^\alpha C_{\delta\varepsilon}^\gamma \omega^\delta \wedge \omega^\varepsilon + \omega^i \wedge \omega_{\beta i}^\alpha, \quad (14)$$

$$\omega_{\beta i}^\alpha = 2C_{\beta\gamma}^\alpha \omega_i^\gamma. \ (15)$$

Запишем тождества Якоби (3) в развернутом виде и умножим на 3

$$C^{\alpha}_{\beta\gamma}C^{\gamma}_{\delta\varepsilon}+C^{\alpha}_{\delta\gamma}C^{\gamma}_{\varepsilon\beta}+C^{\alpha}_{\varepsilon\gamma}C^{\gamma}_{\beta\delta}=0. \qquad (3')$$

С их помощью преобразуем (ср. [2, с. 169]) 1-ю совокупность слагаемых из уравнений (14):

$$2C^{\alpha}_{\beta\gamma}C^{\gamma}_{\delta\varepsilon}\omega^{\delta}\wedge\omega^{\varepsilon}=2(-C^{\alpha}_{\delta\gamma}C^{\gamma}_{\varepsilon\beta}-C^{\alpha}_{\varepsilon\gamma}C^{\gamma}_{\beta\delta})\omega^{\delta}\wedge\omega^{\varepsilon}=$$

$$=2(-C^{\alpha}_{\delta\gamma}\omega^{\delta}\wedge C^{\gamma}_{\varepsilon\beta}\omega^{\varepsilon}+C^{\alpha}_{\varepsilon\gamma}\omega^{\varepsilon}\wedge C^{\gamma}_{\beta\delta}\omega^{\delta})=$$

$$=2(-C^{\alpha}_{\gamma\delta}\omega^{\delta}\wedge C^{\gamma}_{\beta\varepsilon}\omega^{\varepsilon}-C^{\alpha}_{\gamma\varepsilon}\omega^{\varepsilon}\wedge C^{\gamma}_{\beta\delta}\omega^{\delta})=$$

$$=2(-\frac{1}{2}\omega^{\alpha}_{\gamma}\wedge\frac{1}{2}\omega^{\gamma}_{\beta}-\frac{1}{2}\omega^{\alpha}_{\gamma}\wedge\frac{1}{2}\omega^{\gamma}_{\beta})=\omega^{\gamma}_{\beta}\wedge\omega^{\alpha}_{\gamma}.$$

Здесь мы воспользовались антикоммутативностью внешнего умножения и антисимметричностью констант $C^{\alpha}_{\beta\gamma}$, а также обозначением (8). С учетом этих преобразований структурные уравнения (14) принимают вид [2]:

$$D\omega^{\alpha}_{\beta}=\omega^{\gamma}_{\beta}\wedge\omega^{\alpha}_{\gamma}+\omega^{i}\wedge\omega^{\alpha}_{\beta i}. \qquad (16)$$

Лемма 1. $a_{\alpha\beta\gamma}\omega^{\alpha}\wedge\omega^{\beta}\wedge\omega^{\gamma}=a_{\{\alpha\beta\gamma\}}\omega^{\alpha}\wedge\omega^{\beta}\wedge\omega^{\gamma}$.

Действительно,

$$a_{\{\alpha\beta\gamma\}}\omega^{\alpha}\wedge\omega^{\beta}\wedge\omega^{\gamma}=\frac{1}{3}(a_{\alpha\beta\gamma}+a_{\beta\gamma\alpha}+a_{\gamma\alpha\beta})\omega^{\alpha}\wedge\omega^{\beta}\wedge\omega^{\gamma}=$$

$$=\frac{1}{3}(a_{\alpha\beta\gamma}\omega^{\alpha}\wedge\omega^{\beta}\wedge\omega^{\gamma}+a_{\beta\gamma\alpha}\omega^{\alpha}\wedge\omega^{\beta}\wedge\omega^{\gamma}+a_{\gamma\alpha\beta}\omega^{\alpha}\wedge\omega^{\beta}\wedge\omega^{\gamma})=$$

$$=\frac{1}{3}(a_{\alpha\beta\gamma}\omega^{\alpha}\wedge\omega^{\beta}\wedge\omega^{\gamma}+a_{\alpha\beta\gamma}\omega^{\gamma}\wedge\omega^{\alpha}\wedge\omega^{\beta}+a_{\alpha\beta\gamma}\omega^{\beta}\wedge\omega^{\gamma}\wedge\omega^{\alpha})=$$

$$=\frac{1}{3}\,3a_{\alpha\beta\gamma}\omega^{\alpha}\wedge\omega^{\beta}\wedge\omega^{\gamma}=a_{\alpha\beta\gamma}\omega^{\alpha}\wedge\omega^{\beta}\wedge\omega^{\gamma}.$$

Продифференцируем структурные уравнения (2) с помощью уравнений (1) и вынесем базисные формы

$$\omega^i \wedge (\omega_i^j \wedge \omega_j^\alpha - D\omega_i^\alpha + C^\alpha_{\beta\gamma}\omega_i^\beta \wedge \omega^\gamma + C^\alpha_{\beta\gamma}\omega^\beta \wedge \omega_i^\gamma) + \\ + C^\alpha_{\beta\gamma}C^\beta_{\delta\varepsilon}\omega^\delta \wedge \omega^\varepsilon \wedge \omega^\gamma - C^\alpha_{\beta\gamma}C^\gamma_{\delta\varepsilon}\omega^\beta \wedge \omega^\delta \wedge \omega^\varepsilon = 0. \tag{17}$$

Преобразуем два последних слагаемых

$$C^\alpha_{\beta\gamma}C^\beta_{\delta\varepsilon}\omega^\delta \wedge \omega^\varepsilon \wedge \omega^\gamma - C^\alpha_{\gamma\beta}C^\beta_{\delta\varepsilon}\omega^\gamma \wedge \omega^\delta \wedge \omega^\varepsilon = 2C^\alpha_{\beta\gamma}C^\beta_{\delta\varepsilon}\omega^\gamma \wedge \omega^\delta \wedge \omega^\varepsilon = \\ = 2C^\alpha_{\beta\{\gamma}C^\beta_{\delta\varepsilon\}}\omega^\gamma \wedge \omega^\delta \wedge \omega^\varepsilon = 0$$

в силу леммы 1 и тождеств Якоби. Поэтому кубичные уравнения (17) преобразуются к виду:

$$(D\omega_i^\alpha - \omega_i^j \wedge \omega_j^\alpha - \omega_i^\beta \wedge C^\alpha_{\beta\gamma}\omega^\gamma - C^\alpha_{\gamma\beta}\omega^\gamma \wedge \omega_i^\beta) \wedge \omega^i = 0.$$

Разрешая эти уравнения по лемме Лаптева и пользуясь обозначением (8), получим [1; 2]:

$$D\omega_i^\alpha = \omega_i^j \wedge \omega_j^\alpha + \omega_i^\beta \wedge \omega_\beta^\alpha + \omega^j \wedge \omega_{ij}^\alpha, \tag{18}$$

причем $\omega_{ij}^\alpha \wedge \omega^i \wedge \omega^j = 0$. Для выполнения этих условий достаточно симметрии

$$\omega^\alpha_{[ij]} = 0. \tag{19}$$

Теперь продифференцируем дифференциальные уравнения (10) с помощью структурных уравнений (1, 12, 16, 18):

$$d\Gamma_{ij}^\alpha \wedge \omega^j + \Gamma_{ij}^\alpha \omega^k \wedge \omega_k^j + \Gamma_{jk}^\alpha \omega^k \wedge \omega_i^j + \Gamma_j^\alpha \omega^k \wedge \omega -_{ik}^j \\ - \Gamma_{ij}^\beta \omega^j \wedge \omega_\beta^\alpha - \Gamma_i^\beta \omega^j \wedge \omega_{\beta j}^\alpha - \omega^j \wedge \omega_{ij}^\alpha = 0.$$

Вынесем формы ω^j и воспользуемся оператором Δ

$$(\Delta\Gamma_{ij}^\alpha - \Gamma_k^\alpha \omega_{ij}^k + \Gamma_i^\beta \omega_{\beta j}^\alpha + \omega_{ij}^\alpha) \wedge \omega^j = 0.$$

Разрешим квадратичные уравнения по лемме Картана и запишем результат в виде сравнений по модулю базисных форм

$$\Delta\Gamma_{ij}^\alpha - \Gamma_k^\alpha \omega_{ij}^k + \Gamma_i^\beta \omega_{\beta j}^\alpha + \omega_{ij}^\alpha \equiv 0. \tag{20}$$

Лемма 2. $\Delta C^\alpha_{\beta\gamma} = 0.$

Доказательство. Запишем действие оператора Δ:

$$\Delta C^{\alpha}_{\beta\gamma} = dC^{\alpha}_{\beta\gamma} - C^{\alpha}_{\beta\delta}\omega^{\delta}_{\gamma} - C^{\alpha}_{\delta\gamma}\omega^{\delta}_{\beta} + C^{\delta}_{\beta\gamma}\omega^{\alpha}_{\delta}.$$

Воспользуемся обозначением (8) и вынесем общие множители

$$\Delta C^{\alpha}_{\beta\gamma} = dC^{\alpha}_{\beta\gamma} - 2(C^{\alpha}_{\beta\delta}C^{\delta}_{\gamma\varepsilon} + C^{\alpha}_{\delta\gamma}C^{\delta}_{\beta\varepsilon} - C^{\delta}_{\beta\gamma}C^{\alpha}_{\delta\varepsilon})\omega^{\varepsilon}.$$

В силу того, что $C^{\alpha}_{\beta\gamma}$ постоянны и антисимметричны

$$\Delta C^{\alpha}_{\beta\gamma} = -2(C^{\alpha}_{\beta\delta}C^{\delta}_{\gamma\varepsilon} + C^{\alpha}_{\gamma\delta}C^{\delta}_{\varepsilon\beta} + C^{\alpha}_{\varepsilon\delta}C^{\delta}_{\beta\gamma})\omega^{\varepsilon}.$$

Наконец, пользуясь тождествами Якоби $(3')$, получаем доказываемые равенства.

С помощью уравнений (10) и леммы 2 найдем дифференциальные сравнения на компоненты входящего в формулу (11) агрегата $C^{\alpha}_{\beta\gamma}\Gamma^{\beta}_{i}\Gamma^{\gamma}_{j}$:

$$\Delta(C^{\alpha}_{\beta\gamma}\Gamma^{\beta}_{i}\Gamma^{\gamma}_{j}) + C^{\alpha}_{\beta\gamma}\omega^{\beta}_{i}\Gamma^{\gamma}_{j} + C^{\alpha}_{\beta\gamma}\Gamma^{\beta}_{i}\omega^{\gamma}_{j} \equiv 0.$$

Воспользуемся обозначением (15):

$$\Delta(C^{\alpha}_{\beta\gamma}\Gamma^{\beta}_{i}\Gamma^{\gamma}_{j}) - \frac{1}{2}\Gamma^{\gamma}_{j}\omega^{\alpha}_{\gamma i} + \frac{1}{2}\Gamma^{\beta}_{i}\omega^{\alpha}_{\beta j} \equiv 0.$$

Используем сравнения (20):

$$\Delta(\Gamma^{\alpha}_{ij} - C^{\alpha}_{\beta\gamma}\,\Gamma^{\beta}_{i}\Gamma^{\gamma}_{j}) - \Gamma^{\alpha}_{k}\omega^{k}_{ij} + \omega^{\alpha}_{ij} + \frac{1}{2}\Gamma^{\beta}_{i}\omega^{\alpha}_{\beta j} + \frac{1}{2}\Gamma^{\beta}_{j}\omega^{\alpha}_{\beta i} \equiv 0.$$

Согласно формуле (11) альтернируем эти сравнения по индексам i, j:

$$\Delta R^{\alpha}_{ij} - \Gamma^{\alpha}_{k}\omega^{k}_{[ij]} + \omega^{\alpha}_{[ij]} \equiv 0. \qquad (21)$$

В симметричном случае (13, 19) имеем [4, с. 93]:

$$\Delta R^{\alpha}_{ij} \equiv 0.$$

Структурные уравнения (9) можно записать в другом виде:

$$D\hat{\omega}^{\alpha} = C^{\alpha}_{\beta\gamma}\hat{\omega}^{\beta} \wedge \hat{\omega}^{\gamma} + \omega^{i} \wedge (\Delta\mathfrak{I}^{\alpha}_{i} + \omega^{\alpha}_{i} - C^{\alpha}_{\beta\gamma}\mathfrak{I}^{\beta}_{i}\mathfrak{I}^{\gamma}_{j}\omega^{j}), \qquad (22)$$

где вместо форм (4) использованы формы $\hat{\omega}^\alpha = \omega^\alpha - \Im_i^\alpha \omega^i$. Тогда согласно теореме Картана - Лаптева получим несколько другие дифференциальные уравнения объекта связности [1; 7]:

$$\Delta\Im_i^\alpha + \omega_i^\alpha - C_{\beta\gamma}^\alpha \Im_i^\beta \Im_j^\gamma \omega^j = \Im_{ij}^\alpha \omega^j. \tag{23}$$

Замечание 1. Если $\Im_i^\alpha = \Gamma_i^\alpha$, то, перенося последнее слагаемое из левой части уравнений (23) в правую часть, для совпадения с уравнениями (10) нужно положить

$$\Gamma_{ij}^\alpha = \Im_{ij}^\alpha + C_{\beta\gamma}^\alpha \Gamma_i^\beta \Gamma_j^\gamma. \tag{24}$$

Подставляя дифференциальные уравнения (23) в структурные уравнения (22), получим

$$D\hat{\omega}^\alpha = C_{\beta\gamma}^\alpha \hat{\omega}^\beta \wedge \hat{\omega}^\gamma + \Re_{ij}^\alpha \omega^i \wedge \omega^j,$$

$$\Re_{ij}^\alpha = \Im_{[ij]}^\alpha. \tag{25}$$

Определение. Назовем объект Γ_i^α $[\Im_i^\alpha]$, компоненты которого удовлетворяют дифференциальным уравнениям (10) [(23)], объектом групповой связности, задаваемой приемом Лумисте (Лаптева), а объект R_{ij}^α $[\Re_{ij}^\alpha]$, компоненты которого находятся по формулам (11) [(25)], — объектом Лумисте (Лаптева) кривизны групповой связности.

Дифференцируем уравнения (23), приводим подобные слагаемые, выносим базисные формы ω_α^j и используем оператор Δ:

$$[\Delta\Im_{ij}^\alpha + C_{\beta\gamma}^\alpha \Im_j^\gamma (\Im_{ik}^\beta + C_{\delta\varepsilon}^\beta \Im_i^\delta \Im_k^\varepsilon)\omega^k - C_{\beta\gamma}^\alpha \Im_j^\gamma \omega_i^\beta +$$

$$+ C_{\beta\gamma}^\alpha \Im_i^\beta (\Im_{jk}^\gamma + C_{\delta\varepsilon}^\gamma \Im_j^\delta \Im_k^\varepsilon)\omega^k - C_{\beta\gamma}^\alpha \Im_i^\beta \omega_j^\gamma - \Im_k^\alpha \omega_{ij}^k + \Im_i^\beta \omega_{\beta j}^\alpha + \omega_{ij}^\alpha] \wedge \omega^j = 0.$$

Разрешим по лемме Картана и запишем результат в виде сравнений:

$$\Delta\mathfrak{I}^{\alpha}_{ij} - C^{\alpha}_{\beta\gamma}\mathfrak{I}^{\gamma}_{j}\omega^{\beta}_{i} - C^{\alpha}_{\beta\gamma}\mathfrak{I}^{\beta}_{i}\omega^{\gamma}_{j} - \mathfrak{I}^{\alpha}_{k}\omega^{k}_{ij} + \mathfrak{I}^{\beta}_{i}\omega^{\alpha}_{\beta j} + \omega^{\alpha}_{ij} \equiv 0.$$

Воспользуемся обозначением (15) и приведем подобные слагаемые

$$\Delta\mathfrak{I}^{\alpha}_{ij} + \mathfrak{I}^{\beta}_{(i}\omega^{\alpha}_{|\beta|j)} - \mathfrak{I}^{\alpha}_{k}\omega^{k}_{ij} + \omega^{\alpha}_{ij} \equiv 0. \qquad (26)$$

***Замечание* 2.** Сравнения (26) получаются быстрее из сравнений (20) с помощью замечания 1 и леммы 2.

Согласно формуле (25) альтернируем сравнения (26):

$$\Delta\mathfrak{R}^{\alpha}_{ij} - \mathfrak{I}^{\alpha}_{k}\omega^{k}_{[ij]} + \omega^{\alpha}_{[ij]} \equiv 0.$$

Эти сравнения с точностью до обозначений совпадают со сравнениями (21), что объясняется замечанием 1. Действительно, перенося в формуле (24) слагаемые $C^{\alpha}_{\beta\gamma}\Gamma^{\beta}_{i}\Gamma^{\gamma}_{j}$ в левую часть и альтернируя, получим $R^{\alpha}_{ij} = \mathfrak{R}^{\alpha}_{ij}$. Таким образом, справедлива

Теорема. *Приемы Лаптева и Лумисте задания групповой связности в главном расслоении эквивалентны.*

Выводы:

1) в главных расслоениях применяются два приема задания связностей с помощью объектов связностей Лаптева [1; 3; 6; 7] и Лумисте [4, с. 63, 83; 5; 8], которые приводят к одинаковым групповым связностям;

2) сопоставление двух способов задания групповых связностей в главных расслоениях позволяет отдать предпочтение в техническом отношении приему Лумисте.

Список литературы

1. *Лаптев Г.Ф.* Многообразия, погруженные в обобщенные пространства // Тр. 4-го Всесоюз. мат. съезда. Л., 1964. Т. 2. С. 226—233.

2. *Лаптев Г.Ф.* Структурные уравнения главного расслоенного многообразия // Тр. геом. семинара / ВИНИТИ. М., 1969. Т. 2. С. 161—178.

3. *Остиану Н.М., Рыжков В.В., Швейкин П.И.* Очерк научных исследований Германа Федоровича Лаптева // Там же, 1973. Т. 4. С. 7—70.

4. *Евтушик Л.Е., Лумисте Ю.Г., Остиану Н.М., Широков А.П.* Дифференциально-геометрические структуры на многообразиях // Проблемы геометрии / ВИНИТИ. М., 1979. Т. 9. С. 5—248.

5. *Лумисте Ю.Г.* Связности в однородных расслоениях // Матем. сб. 1966. Т. 69. С. 434—469.

6. *Лаптев Г.Ф.* Основные инфинитезимальные структуры высших порядков на гладком многообразии // Тр. геом. семинара / ВИНИТИ. М., 1966. Т. 1. С. 139—189.

7. *Лумисте Ю.Г.* Теория связностей в расслоенных пространствах // Алгебра, топология, геометрия — 1969 / ВИНИТИ. М., 1971. С. 123—168.

8. *Шевченко Ю.И.* Оснащения голономных и неголономных гладких многообразий. Калининград, 1998.

Yu. Shevchenko

LAPTEV'S AND LUMISTE'S WAYS OF CONNECTION REPRESENTATION IN THE PRINCIPAL FIBRE BUNDLE

Two modes of representation of group connection in the principal fibre bundle are considered, which are called as Laptev's and Lumiste's ways. It is shown, that these ways are equivalent.

УДК 514.75

С.Н. Юрьева

(Российский государственный университет им. Иммануила Канта)

НОРМАЛИЗАЦИЯ ФОССА - ГРИНА ГИПЕРПОЛОСНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ В АФФИННОМ ПРОСТРАНСТВЕ